

مجلّة الواحات للبحوث والدراسات
ردمد 7163- 1112 العدد 9 (2010) : 121 - 135
http://elwahat.univ-ghardaia.dz

المراصد الفلكية وأبرز أجهزتها الفلكية في الحضارة الإسلامية

بكير بوعروة
قسم التاريخ المركز الجامعي غرداية
غرداية ص ب 455 غرداية 47000 ,الجزائر

إن أهم ما يميز المساهمات العلمية العربية الإسلامية انتهاج سبيل التجريب والأرصاد وسيلة لتنمية المعرفة وتطويرها، لذلك حرص العرب المسلمون على تطوير الآلات اللازمة لتحقيق أفضل الأرصاد وأدقها على عهدهم وقد ذكر حاجي خليفة في كتابه "كشف الظنون" عدداً من الأجهزة الفلكية وقال معرفا لهذا التخصص: "إن علم الآلات الرصدية هو فرع من فروع علم الهيئة، وهو علم يتعرض منه كيفية تصنيع الآلات الرصدية قبل الشروع بالرصد، فإن الرصد لا يتم إلا بآلات كثيرة ".

وإلى جانب ما قام به الفلكيون العرب المسلمون من ابتكار وتطوير وتصنيع للآلات الفكية فإنهم ألفوا الكتب والرسائل التي توضح استخدام الآلات الفكية، ومن ذلك كتاب الخازن المسمى "كتاب الآلات العجيبة" وغيره. وفيما يلي وصف مقتضب لأهم الأجهزة والآلات الفلكية التي ابتكرها أو طورها العرب المسلمون.

المراصد الإسلامية:

إن الاهتمام بالأرصاد الفلكية له في الحضارة الإسلامية أسباب شرعية وأخرى علمية، فقال (ص) في محكم تنزيله: ﴿إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِأُولِي الْأَلْبَابِ الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَى جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ﴾[1]، لقد درس علماء الإسلام الشؤون الدينية ثم العلمية بالتوازي بل لقد كان الدين دافعا وأساسا

للبحث الدقيق في الأمور العلمية البحتة ومن بينها علم الفلك من أجل استعمالاته التعبدية كمعرفة أوقات الشعائر وكذا للتطلع والبحث في مظاهره المتعددة، مثل: الخسوف والكسوف وتحديد أزياج الكواكب، وخطوط الطول والعرض للبلدان وحجم الكواكب، ونظام الكون المحيط.

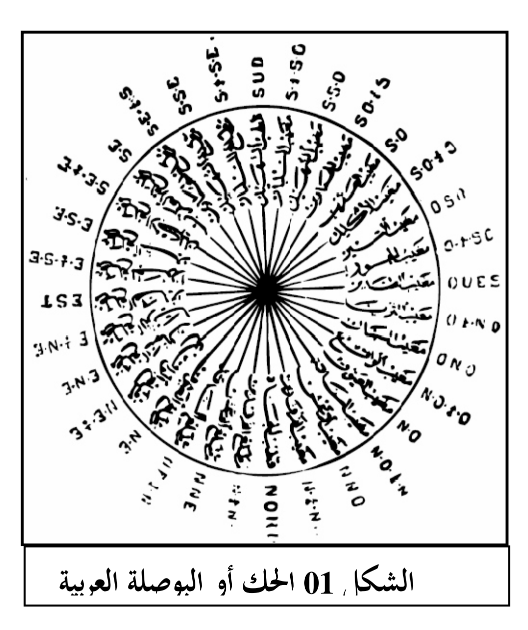
كان من نتائج هذا الاهتمام ظهور المراصد الفلكية في أقطار البلاد الإسلامية، وسميت بعدة أسماء فنجدها قد سميت في كتب التاريخ: بيت الرصد[2]، أو دار الرصد[3] أو الرصدخانة أو الرصد[4] والمرصد[5] وكلها تسميات لشيء واحد يعد من بين أهم المؤسسات العلمية في الحضارة العربية الإسلامية. فالرصد هو أساس علم الفلك ويعول عليه في تعيين أماكن النجوم وتحديد حركاتها وتصنيفها في أزياج محددة، ولم يتخلف العرب عن نظرائهم اليونانيين في إنشاء المراصد فمنذ القرن9 الميلادي كانت الأرصاد والمراقبات الفلكية تجري في بغداد ودمشق ومصر ومراغة وسمرقند وفي الأندلس[6]، وكان العلماء المبكرون يقومون بأرصادهم الفردية، ثم بدأت المراصد تؤسس تباعا لتكون مؤسسات علمية للدراسات الفلكية العلمية.

عرف العالم الإسلامي عددا هاما من المراصد الإسلامية لاستعمالها في أغراض تعبدية وعلمية بحثية ،وأول من أنشأ مرصدا فلكيا هو المأمون رغم أن هناك من يرى بأن الأمويين سبقوا العباسيين في هذا المضمار بإنشاء مرصد بدمشق[7] وذلك بالشماسية ببغداد، كما أنشأ أبناء موسى بن شاكر مرصدين بباب الطاق وسمراء، ومرصد بني الأعلم، وبنى الفاطميون عددا منها في القاهرة، وفي بلاد العجم الإسلامية بنيت المراصد في نيسابور وسمرقند، ولعل أشهر المراصد وأكبرها فهو مرصد مراغة الذي بناه العالم الفلكي نصر الدين الطوسي لهولاكو.

وكانت هناك العديد من المراصد الفلكية هنا وهناك مشرقا ومغربا واستعمل المسلمون عددا من الأجهزة الفلكية المختلفة وطوروها كنا ابتكروا عددا منها، ولعل أهمها هي:

1. الحك: عرف العرب المسلمون البوصلة بعدة أسماء فهي "ببيت الإبرة" أو"الحقة" أو "الحَكُّ" أو "الديرة"، وهي التي هي اختراع عربي–وليس صيني–[8] عرف باستخدامها قبلهم الملاح ابن ماجد الملاح العربي الشهير[9]، الذي كتب فيها شعرا فقال:

وجدد الآلات قبل السفر كحقة أو قياس أو حجر وقد استخدموها لتحديد الإتجاهات ومن أجل تحديد القبلة[10] وأيضا في الملاحة البحرية حيث كانت السفن الإسلامية تمخر عباب البحار شرقًا وغربًا وذلك في القرن 5و6 الهجريين،11و12 من الميلاد وإن أشهر أنواع البوصلات هي تلك التي تدعى بالأخنان وكانت تحوي 32 اتجاه وتسمى وردة الرياح[11]، وقد ساعدت



الشكل 01 الحك أو البوصلة العربية

المسلمين كثيراً في سير البحار والمحيطات غزوا أو تجارة، أما هذه الأقسام فقسمت إلى ما يسمى "بالأخنان " وكل واحد منها يشير الى ناحية من نواحي السفينة، وفي الوقت نفسه يشير الى موقع معين في الأفق كأن يكون مطلع (شروق) أو مغرب(غروب) نجم معين من النجوم اللامعة في بروج معروفة، فاعتبروا نجم القطب الشمالي المعروف عندهم بالجُدي يشير الى الشمال ونجم سهيل يشير إلى الجنوب ومطلع الفرقدين والنعش والناقة تشير إلى اتجاهات شرق الشمال ونجم النسر الطائر الذي يشير الى الشرق ومطلع الجوزاء والتير والإكليل إلى جنوب الشرق ومطلع القرب الى الجنوب الشرقي، ومطلع الحمارين وسهيل والسلبار الى شرق الجنوب ويشير مغرب السلبار والحمارين الى غرب الجنوب كما تم تقسيم كل خن الى سبعة أصابع وسمو الإصبع ترفاً، وكل أربعة أصابع تسمى "ذبان" وعلى هذا يكون:

الخن = 360÷32 = 11.25 درجة

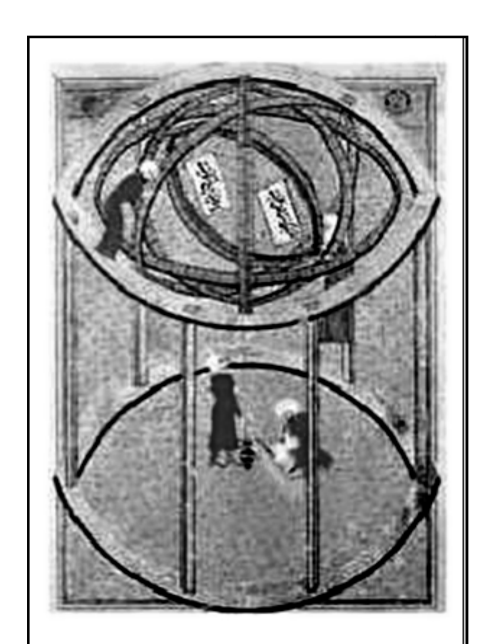
الإصبع = 11.25÷7 = 1.6 درجة

الذبان = أربع أصابع = 6.4 درجة

إن أصل نظام الإخنان غير معروف لكن متابعة ماكتب عنه في كتب الملاحة العربية تؤكد أن النظام نشأ وتطور في منطقة البحر العربي والمحيط الهندي وذلك يظهر من خلال النجوم

المعتمدة في شروقها وغروبها مما يؤكد استقلالية هذا النظام عن النظم الأوربية وقد ذكر البحار العربي الماهر إبن ماجد ذلك في كتابه المعروف "الفوائد في أصول علم البحر والقواعد".

2. ذات الحِلَقْ: بذات الحِلَقْ وهي عبارة عن مجموعة من الحلق المتداخلة تستعمل لتمثيل حركة السماء ومن أجل رصد الكواكب[12]، وتعد من الأجهزة التي عرفها المسلمون، وصنعوها من أجل الرصد والبحث ولمحاولة ادراك وتمثيل حركات الكون فذات الحِلَقْ أو المحلقة من بين أضخم الآلات الفلكية التي صنعها المسلمون، بل لعلها الأضخم على الإطلاق[13]، وقد نقلت صناعتها من اليونان، فظهرت بادئا عند المأمون بن هارون الرشيد[14] (198–218هـ/813–833م) إذ كلف بصناعتها خالد بن خلف المرورذي،[15] إلا أنه لم يتم انجازها كاملة[16] فلما مات المأمون ذهب عمله هباء ونُسي وأُغفل.



الشكل 02 ذات الحِلقْ

أما شكل المحلقة أو ذات الحِلَقْ فقد وصفها المؤرخون بأنها جسم حلقي ضخم يتألف من خمس حلقات[17] أو ست حلقات[18] كما قد تضم سبعا وحتى تسعا[19]، وفي وسط هذه الحلقات نجد كرة معلقة[20]، تمثل الأرض[21]، وهذه الحلقات تمثل كل واحدة منها موضعا في الفلك[22].

وقد صنعها عباس بن فرناس التكراني[23] بلاد الأندلس، وجعلها تتكون من تسع حلقات[24]. كما صنعها أبو إسحاق الزُّرْقَالِي وسماها بالكرة ذات الحِلَقْات[25]، وكان يستخدمها في معرفة خطوط العرض للنيرين الشمس والقمر وكذا النجوم، وهو حتما يكون قد تأثر بمواطنه عباس بن فرناس بالإضافة إلى مؤلفات المشارقة .

أما أهم وظائف هذه الآلة عند الرصاد الإسلاميين فهي كما عددها اليعقوبي بما

يعادل 39 عملية فلكية[26] وكما تستخدم أيضا لمعرفة الأوقات، ويقول فيها ابن خلدون بأنها تمثل حركات الفلك السماوية التقريبية، إلا أنه يصفها بقوله أنها غير دقيقة ولا هي مطابقة للواقع السماوي كما أن الآلة تطابق حركتها مع الأفلاك تقريبيا ولا تعطى بالتحقيق فإذا طال الزمان ظهر ذلك التفاوت[27]، وربما لهذا السبب أهمل صناعتها.

3. ذات السمت والارتفاع: وهذه الآلة اخترعت من قبل علماء الفلك العرب المسلمين ولم تنقل أو تطور نقلا ممن سبقهم من الحضارات، وهي عبارة عن نصف حلقة دائرية على قطرها يتصل سطح لأسطوانة متوازية الأضلاع قطرها يساوي قطر الحلق تستعمل في دراسة السمت وزاوية إرتفاع الشمس عند ذلك الوقت.[28]

4. ذات الأوتار: وهي أربع أسطوانات مربعة يمكن أن تعمل عن استخدام الحلقة الإعتدالية في النهار الا أنه يمكن الاستدلال بها في الليل أيضاً.

5. ذات الشعبتين: وهي ثلاث مساطر مثبتة على كرسي مسطح يتم به معرفة إرتفاع الأجرام السماوية.[29]

6. ذات الجيب: وهي عبارة عن مسطرتين منتظمتين مثل مساطر ذات الشعبتين.[30]

7. ذات الربع أو الربعية: وهي آله على شكل ربع دائرة مدرجة بمقياس للدرجات مرسوم على طرف قوسها كما يرسم على القوس أرقام تدل على الوقت أثناء النهار ويرسم على الجزء الوسطي من الربعية خطوط تدل على حركة الشمس والقمر . تعلق الربعية بشكل رأسي وذلك بواسطة ثقل رصاصي مربوط بخيط وتستخدم كتاب زوايا الإرتفاع والإنخفاض للأجرام السماوية بدقة، وهنالك أنواع كثيرة من الربعيات .

8. السدسية: وهي آلة تستخدم لأغراض قياس الزوايا الفلكية ومنها ما يمكن حساب الأحجام الزاوية للأجرام السماوية وبالتالي معرفة أبعادها عن طريق حساب اختلاف المنظر.

وتوجد آلات فلكية أخرى مثل آلة دائرة المعدل وذات المثلث والصفيحة الزرقاوية والكرة السماوية وغيرها.

9. المشبهة بالمناطق: كثيرة الفوائد في معرفة ما بين الكوكبين من البعد وهي: ثلاث مساطر اثنتان: منتظمتان انتظام ذات الشعبتين زمنها الربع المسطري وذات الثقبتين والبنكام الرصدي وغير ذلك[31]

10. اللبنة: وهي حلقة أداة مربعة مستوية يستدل بها على الميل الكلي وأبعاد الكواكب وعروض البلدان[32]

11. الحلقة الإعتدالية: وهي حلقة معدنية تنصب في سطح دائرة المعدل ليعلم بها التحويل الإعتدالي.[33]

12.الأسطرلابات:

يعد الأسطرلاب من ين أبرز الآلات الفلكية التي صنعها المسلمون بل لعلها الأبرز على الإطلاق، فهي آله عجيبة، عرفت عند البابليين، واليونان بتطويرها، ويذكر أن أرستاخوس اليوناني استعمل الإسطرلاب في رصد النجوم كما أن هيبارخوس صنع إسطرلاباً في القرن الثاني قبل الميلاد.



الشكل رقم 03 ، الأسطرلاب المسطح

وقد أهتم الفلكيون العرب المسلمون بالإسطرلاب وطوروه ليكون آله على درجة عالية من الدقة فأضافوا إليه أجزاءٍ عديدة حتى أصبح جهازاً معقداً ودقيقاً، ويحتاج الى خبرة واسعة للتمكن من إستعماله، فيعد الأسطرلاب من أشهر وأهم الأجهزة الفلكية التي عرفت في العصور الإسلامية،[34] ويستخدمه الفلكيون والمنجمون على حد السواء في شتى المجالات الرصدية والتنجيمية وأيضا في الملاحة البحرية[35]، والأسطرلاب ومعناه ميزان الشمس،[36] ويقال له أيضا أسطرلاب، والصواب أَصْطُرْلاب، ومن بين الأسماء التي أطلقت عليه أيضا الآلة الشريفة[37]، وحَاِصيَةُ النجوم وأيضا ساعة الأيام الخوالي[38]، وهذا الجهاز الفلكي الهام الذي تعاقب عليه المسلمون في مختلف البلدان والعصور استعمالا وتطويرا، وأفردوا له علما خاصا هو:علم الأسطرلاب، فهو العلم

يُفَّصلُ في: ذكره، وذكر فروعة وطرق استعماله وذكر فوائده الكثيرة ويستخدم لإيجاد بعض المسائل الفلكية الهامة، كسَمْتُ القبلة[39]، ووقت الصلاة[40]، ومعرفة الطالع، ومعرفة الأوقات[41]، وارتفاع الشمس، وكذا عروض البلدان، وأيضا تحديد زوايا ارتفاع الأجرام السماوية عن الأفق في أي مكان[42]، ويدرك به علم الأبعاد، و دوران الأفلاك، وعلم الكسوف[43]، وحساب الزمن[44]... (هذا في الجانب الفلكي البحت) أما الجانب الرياضي فيستخدم في الاستعمالات الرياضية وحساب المثلثات وقياس الارتفاعات والمسافات المختلفة وذكر القفطي بأن محمد بن سعيد السرقسطي المعروف بابن المشاط الأسطرلابي الأندلسي أنه رأي لجابر بن حيان[45] بمدينة مصر تآليف فِي عمل الأسطرلاب يتضمن 1000 استخدام[46]، مع ملاحظة ارتباط العلم الرياضي بعلم الفلك ارتباطا وثيقا.

أ) أنواع الأسطرلاب: أنواع الأسطرلابات كثيرة، وأساميها مشتقة من صورها كالهلالي من الهلال، الزورقي، والصدفي، والمسرطن، والمبطح وأشباه ذلك، وهناك أيضا:"التام ،الثلث،الجنوبي، الرصدي السدسي، السرطان المجنح، السفرجلي الشمالي، الصليبي، العشر العقربي، الغائب، القوسي، اللولبي، المجيب، المطبل، النصف المسطري، الإِهْلِيجِي"[47]، الأسطرلاب الكري[48] وهو كرة فوقها نصف كرة مُشّبكةً بمنزلة العنكبوت، وقد يحوي الأسطرلاب مربعا يسمي بمربع بطليموس الذي اعتمد عليه الخوارزمي لابتكار الربع المجيب ومنها صنع الطوسي عصاه الشهيرة وهي نوع من أنوع الأسطرلاب[49]، ومنه الأسطرلاب المسطح الأشهر، وتوجد منه حاليا نسخة واحدة كاملة بأكسفورد[50].

ب) أجزاء الأسطرلاب: ينقسم الأسطرلاب عند المسلمين على العموم إلى عدة أقسام هامة وهي[51]:

1. العلاقة: هي الحلقة التي يعلق بها الأسطرلاب المسطح عادة[52]

2. الأم tympan: هي الصفيحة السفلى، التي تضم جميع الأجزاء في الأسطرلاب.

3. الحجرة: هي الحلقة المحيطة بالصفائح[53] الملصقة بالصفيحة السفلى، وقد تكون مقسومة بـ 360 قسماً.

4. العنكبوت: هي الشبكة التي عليها البروج والعظام من الكواكب الثابتة.

5. منطقة البروج في العنكبوت: هي المقسومة بدرج البروج.

6. المَرِي: زيادة، عند رأس الجدي يماس الحجرة.

7. المُقَنْطَرَات، أما آلة المُقَنْطَرَات فهي أقواس متوالية متضائقة يخرج بعضها من مدار الجَدْيْ وبعضها الآخر من خط الزوال وتنتهي كلها إلى مدار السرطان.

8. خطوط الساعات: هي الخطوط المتباعدة، وهي تحت المُقَنْطَرَات.

9. خط الاستواء: هو الخط المقسوم الآخذ من المشرق إلى المغرب المار على مركز الصفيحة.

10. خط نصف النهار: هو الخط الذي يقطع خط الاستواء على زوايا قائمة وابتداؤه من العروة، وهو خط وهمي على سطح الأرض تكون الشمس فيه أفقية في الزوال

11. الفرس: قطعة شبيهة بصورة الفرس يشد بها العنكبوت على الصفائح.

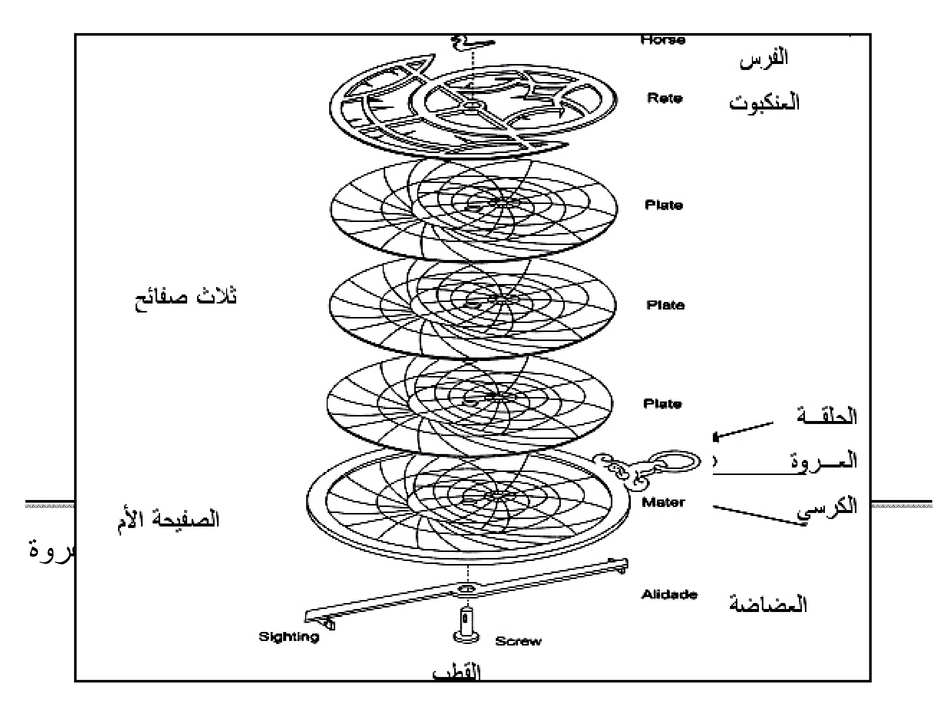
12. القطب(المحور): هو الوتد الجامع للصفائح والعنكبوت.

أما ظهر الأسطرلاب فيقسم إلى 360 درجة ويقسم إلى أربعة أرباع متساوية تكتب في بعضه أسماء البروج وإشارات توجيهية أخرى[54]، وتثبت العضاضة فوقه وتدور حوله، وقسم المسلمون الدقيقة إلى 12 قسما ويضم كل قسم خمس ثوان[55].

1- العُضَاضَةُ alidade: شبه مسطرة لها شظيتان، تسمى: اللَّبِنَتَيْن وفي وسط كل شظية ثقبة، وتكون هذه العضادة على ظهر الأسطرلاب. (أنظر الملحق رقم: 08، ص 126).

وعادة ففي الأسطرلابات تبدل الأرقام بالحروف الدالة على إعداد معينة[56]، كما يستعاض برسم الكوكبات الاثنتي عشر الثابتة بكتابة أسمائها.

انظر إلى أقسام الأسطرلاب في الشكل الموالي:



شكل04: أجزاء الأسطرلاب الأساسية

مكونات أسطرلاب عادي والعنكبوت موضوعة على الصفيحة وهي موضوعة على الأم وهذه الصفائح مثبة بينما تتحرك العنكبوت بحرية فوق الصفيحة المناسبة وتوجد هنا 3 صفائح التي وكل هذا محفوظ بالقطب الملتصق بإسفين على رأس فرس هذا الرسم مأخوذ من كتاب[57]

المزاول والساعات:

استعمل المسلمون أنواعا من الساعات الشمسية وتعد من بين أجمل ما صنع المسلمون وقد برع المسلمون في صناعة الساعات[58]، وقيس الزمن باستخدام عدة وسائل وضعها أهل هذا الفن لمعرفة درجات الليل وساعات النهار، لقد ابتكر المسلمون المزاول الشمسية بأشكال عديدة، فمنها الدائرية التي يوضع في مركزها محور ظاهر، يحدد بواسطتها الزمن ومعرفة موضع الشمس وإجراء التقاويم، ومنها المزاول المتنقلة استخدمت في الرحلات وأطلق عليها اسم ساعة الرحلة[59]، ومنها الثابتة في مكان واحد التي يراها الجميع لتحقيق مصالحهم، وتوضع المزاول الثابتة عادة بالمساجد، وقد لت الساعات بالإسلام تسميات عديدة فمن أنواعها الشهيرة صندوق الساعات، ودبة الساعات، المِكْحَلَةُ، واللوح، ومنها البَنْكَامْ،[60] الأسطرلاب،[61] والطّرْجَهَارَةُ[62]، البَسَائِط، والقائِمَات، والمِائِلاَتِ من الرَّخَامَات [63]، ومنها الحمايريات والصَّفَّارِيَات[64] .

وقد قسَمْتُ أجزاء هذه الساعات إلى أقسام بحسب شكلها وأطلقت عليها عدة تسميات منها: ساق الجرادة sakke el jeradah والأسطوانة، والمخروط، الحافر، الحلزون[65] وغيرها واشتهر بها كتاب أبي الحسن المراكشي[66].

كما أن هناك المَوَّارْ، أو الخَطَّارُ، وهو ما يعرف اليوم بالبندول[67] صنعه ابن يونس المصري[68]،ويستعمل لمعرفة الفترات الزمنية في رصد الكواكب[69]،كما اكتشف رقاص الساعة

لحساب الزمن[70] واستعمله في ساعات دَقّاَقَةٍ ومن الأندلس انتقلت هذه الأفكار وغيرها إلى أوروبا[71].

الخاتمة

مما سبق يبرز بأن هنالك كم هام من المراصد الفلكية في العالم الإسلامي وقد ركزت في هذا البحث على الآلات المشرقية منها خصوصا والتي لا تختلف كثيرا عن الآلات الرصدية المغربية الأندلسية خاصة، إلا أنه من الممهم الإشارة إلى أن المراصد في بلاد المغرب لم ترق أبدا إلى مثيلاتها المشرقية في أهميتها، ولكن وعلى الرغم من ذلك فلقد بلغت شأوا بعيدا من حيث النتائج المتحصل عليها في البحث وإعداد الجداول الفلكية والمخططات الرصدية المعروفة بالأزياج،[72]

وفي الحقيقة ليس بحثي رغم بعض مصطلحاته الفلكية العلمية الدقيقة سوى محاولة، لسبر أغوار بعض الأجهزة الفلكية الدقيقة التي كانت تستعمل في هذه المراصد الفلكية الراقية، وطبعا لا تزال الكثير من الأجهزة والآلات غير مدروسة بصفة كاملة وتحتاج بالتالي إلى دراسات كثيرة، إلا أنني اكتفيت بذكر أشهرها، فمثلا إن تاريخ الأسطرلاب الأندلسي لوحده يحتاج لبحث كامل بل لرسالة متخصصة وذلك بما يتميز به هذا الجهاز الفلكي من خصائص فريدة وفريدة جدا تميزه عن كل الأسطرلابات التي عرفها التاريخ العلمي في المشرق أو أية حضارة سبقته.

الهوامش

[1] آل عمران/[191]

[2] ابن العبري (أبو الفرج غريغوريوس بن أهارون الملطي) (توفي في حدود سنة 1266هـ)، تاريخ مختصر الدول، تح: سلام المنصور، مُحَمَّد علي بيضون، دار الكتب العلمية، بيروت، 1418هـ/1997م، ص 145. أنظر صورة المرصد في الملحق رقم: 05، ص 123.

القفطي جمال الدين (ت646هـ)، أخبار العلماء بأخبار الحكماء، تح: مُحَمَّد أمين الخانجي الكتبي، مطبعة السعادة، مصر، 1326، ص 56 .

[3] حاجي خليفة، كشف الظنون عن أسامي الكتب والفنون، دار الفكر للطباعة والنشر والتوزيع، 1067/1017هـ، ج1، ص 906.

[4] ابن يونس المصري، المصدر السابق، ص 19.

[5] القفطي، المصدر نفسه، ص 277.

[6] جورجي زيدان،، تاريخ التمدن الإسلامي، تح حسين مؤنس، دار الهلال، 1973، ج3، ص 215 . وأنظر أيضا: مُحَّد عبد الر ان مرحبا، المرجع في تاريخ العلوم عند العرب، دار الجيل بيروت1998م، ص 515 .

[7] مُحَّد عبد الر ان مرحبا، الجامع في تاريخ العلوم عند العرب، منشورات البحر الأبيض المتوسط بيروت، وعويدات بيروت، ص 442.

[8] **Louis Viardo ،Histoire des Arabes et des Mores d'Espagne ،t2 ،Pagnerre éditeur ،1851 ،P 148 .** 122، ص 04، وأنظر الملحق رقم:

[9] الزركلي، الزركلي خير الدين، الأعلام قاموس لأشه تراجم الرجال والنساء من العرب والمستعربين والمستشرقين، الطبعة4، دار العلم للملايين، بيروت، 1986، ج 1، ص 200 .

ابن ماجد (بعد 904هـ/بعد 1498م) أ د بن ماجد بن مُحَّد السعدي النجدي من أهل نجد، شهاب الدين، المعلم، أسد البحر، ابن أبي الركائب، وقد يقال له (السائح ماجد) من كبار ربابنة العرب في البحر الأ ر وخليج البربر والمحيط الهندي وخليج بنجالة وبحر الصين، ومن علماء فن الملاحة وتاريخه عند العرب وهو كما في مجلة المجمع العلمي العربي، الربان الذي أرشد قائد الأسطول البرتغالي فاسكو دي غاما **Vasco de Gama** في رحلته من مالندي **Melinde** على ساحل إفريقية الشرقية إلى(كلكتا) في الهند سنة 1498م، فهو أحرى بلقب مكتشف طريق الهند.وفيها نقلا عن (برتن) الانكليزي أن بحارة عدن سنة 1854م، كانوا إذا أرادوا السفر قرؤا الفاتحة (للشيخ ماجد) مخترع الإبرة المغناطيسية والمراد بالشيخ ماجد. أنظر: مُحَّد حسن العيدروس، ابن ماجد الفلاح الفلكي دار المتنبي للطباعة والنشر، أبو ظبي 1992، ص19.

[10] عبد الر ن بن مُحَّد بن حسين بن عمر باعلوي، بغية المسترشدين، ج 1، دار الفكر، ص 79.

[11] أنور عبد العليم، الملاحة وعلوم البحر عند العرب،1979دار المعرفة،الكويت، ص 155.

[12] ابن العبري، (الفرج غريغوريوس بن أهارون الملطي)،(ت في حدود سنة 1266هـ)، تاريخ مختصر الدول، تحقيق: سلام المنصور، مُحَّد علي بيضون دار الكتب العلمية، بيروت ،1418هـ/1997م، ص66.

[13] أ د عبد الرزاق أ د، الحضارة الإسلامية في العصور الوسطى العلوم العقلية دار الفكر العربي، القاهرة، 1411هـ/1991م، ص64.

صنع أبو سعيد بن قرقة الطبيب المصري لمرصد الوزير الفاطمي الأفضل شاهناه بجبل المقطم، فقيل للأفضل بأن ابن الأفضل أسرف في كبر الحلقة وعظمها ومقدارها فلما عاتبه(لو اختصرت منها كان أهون) فأجابه (وحق نعمتك لو أمكنني أن أعمل حلقة تكون رجلها الواحدة على الأهرام والأخرى على التنور (عبر النيل) فعلت، فكلما كبرت الآلة صح التحرير، وأين هذا في العلم العلوي، للمزيد أنظر: المقريزي (تقي الدين أ د بن علي) (ت845هـ)، المواعظ والاعتبار بذكر الخطط و الآثار المعروف بالخطط المقريزية، تح: مُحَّد زينهم ومديحة الشرقاوي، مكتبة مدبولي، القاهرة، 1998، ج2، ص 650 .

[14] مُحَّد عبد الله عنان، الآثار الإسلامية الباقية في البرتغال وإسبانيا، ط2، مطبعة الخانجي، القاهرة، 1417هـ/1997م، ص 30.

[15] ابن النديم، الفهرست، دار المعارف للطباعة والنشر سوسة تونس، د ن س، ص396.

[16] ابن خلدون، المقدمة، تح : سهيل زكار، دار الفكر للطباعة والنشر، بيروت،2001/1421م، ج1، ص 462.

[17] حاجي خليفة، المرجع السابق، ج1، ص 906.

[18] أ د عبد الباقي، معالم الحضارة العربية في القرن الثالث الهجري، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، 1991، ص 463.

[19] اليعقوبي، تاريخ اليعقوبي، ج 1، ص 136.

[20] حكمت نجيب عبد الر ان، دراسات في تاريخ العلوم عند العرب، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي جامعة الموصل، ص 298. منها وهي حلقات نحاسية تتركز الأولى على الأرض وتسمي دائرة نصف النهار، ثم دائرة معدل النهار، ودائرة منطقة البروج، ودائرة العرض، ودائرة الميل، والدائرة الشمسية التي يعرف بها سَمْتُ الكواكب.

[21] حورية شريد، الآلات الفلكية في العالم الإسلامي من القرن الرابع إلى الثامن الهجري الموافق للقرن العاشر إلى الرابع عشر الميلادي، معهد الآثار، جامعة الجزائر، 1992م، ص 31.

[22] مُحَّد حسين محاسنة، أضواء على تاريخ العلوم عند المسلمين، دار الكتاب الجامعي، العين، الإمارات العربية المتحدة، 2000–2001 م، ص 203.

[23] أ د عبد الباقي، المرجع نفسه، ص 463.

[24] نفسه

[25] خوليو سامسو، <العلوم الدقيقة بالأندلس>، الحضارة العربية الإسلامية بالأندلس، ج2،، ص 1326.

[26] اليعقوبي، المصدر السابق، ج 1، ص 139 .

[27] ابن خلدون، تاريخ ابن خلدون، ج1، ص، 462.

[28] حاجي خليفة ،كشف الظنون، ج 1، ص 81.

[29] نفسه .

[30] نفسه .

[31] نفسه .

[32] نفسه .

[33] نفسه .

[34] أ د عبد الرزاق أ د، الحضارة الإسلامية في العصور الوسطى العلوم العقلية 1411ه/1991م، دار الفكر العربي، القاهرة، ص 75.

[35] أ د عبد الباقي، المرجع السابق، ص 462.

[36] الدميري كمال الدين، حياة الحيوان الكبرى، طبع بمصر، د ت، ص 27 .

[37] ستانود كب، المسلمون في تاريخ الحضارة، تر: مُحَّد فتحي عثمان، الدار السعودية للنشر والتوزيع، 1402ه/1982، ص 95 –96.

[38] زيغريد هونكة، شمس العرب تسطع على الغرب، أثر الحضارة العربية في أوروبة، تر: مارون عيسى الخوري وآخرون، دار الجيل الجديدة، بيروت، دار الآفاق الجديدة، بيروت، 1413ه/ 1993م،ص 139.

[39] عبد الحليم القصري سليم زادة، بهجة الألباب في علم الأسطرلاب، الورقة 14 وجه(مخطوط).

[40] ياقوت الحموي، إرشاد الأريب إلى معرفة الأديب، تح: إحسان عباس، دار الغرب الإسلامي بيروت 1993، ج 1، ص 2008 .

[41] مُحَمَّد الحميدي، المصدر السابق، الورقة 9 ظهر .

[42] علي عبد الله الدفاع أثر علماء العرب والمسلمين في تطوير علم الفلك، مؤسسة الرسالة، د ت، ص 33.

[43] أبو عامر أ د بن مُحَمَّد بن عبد ربه الأندلسي، العقد الفريد، شرح أ د أمين وآخرين، ط 2، دار الكتاب العربي، بيروت، 1372ه/1952، مج 3، ص405

[44] المسعودي أبو الحسن علي بن الحسين بن علي (346ه/957م)، مروج الذهب ومعادن الجوهر، دققها: يوسف أسعد داغر، دار الأندلس للطباعة والنشر، بيروت، 1385ه/1965م، ج 1، ص 110.

[45] جابر بن حيان: (103–200ه/ 721– 815م). أبو موسى للمزيد أنظر: الكتبي (مُحَمَّد بن شاكر)، فوات الوفيات، تح: إحسان عباس، دار صادر، بيروت 1973، ص 275 .

[46] القفطي، المصدر السابق، ص111 .

[47] يد مجلول النعيمي، <<التراث الفلكي العربي وأثره في العلوم المعاصرة>>، الجماهرية العظمى، ص ص 501–502 .

[48] الأسطرلاب الكري هو اختصار للأسطرلاب الكروي وهو الأفضل.Astrolabium Redondo أنظر: زيغريد هونكة، المرجع السابق، ص 138. وأنظر أيضا الملحق رقم : 06، ص 124 .

[49] أنور عبد الحليم، المرجع السابق، ص 142.

[50] علي مُحَمَّد عوين، << العلم التجريبي عند العرب>>، التراث العلمي العربي في العلوم الأساسية، بيروت، 1991، ص 136.

[51] عبد الحليم القصري سليم زادة، بهجة الألباب في علم الأسطرلاب.

[52] أ د عبد الرزاق أ د، المرجع السابق، ص77.

[53] أنظر أنواعا من الصفائح، الملحق رقم: 07، ص 125 .

[54] أ د عبد الباقي، المرجع السابق، ص 463.

[55] نفسه، ص 462.

[56] أ د عبد الرزاق أ د، المرجع السابق، ص77.

[57] David A. King , Ibid، vol 2، Instruments of Mass Calculation , p 349

[58] مُحَمَّد الصادق عبد اللطيف،<< تعامل العربي مع المعرفة الصوت والصدى الصورة والانعكاس>>، مجلة التاريخ العربي، ج 1، ص 7958.

[59] هونكة، المرجع السابق، ص 141.

[60] نفسه، ص 143 .

[61] حاجي خليفة، المرجع السابق، ج 2، ص1706.

[62] ساعة تسير بالماء ومما قيل في طَرْجَةََارَةُ . قالها أبو الفتح كشاجم يصفها:
تقضي به الخمس في وقت الوجوب وإن غطي على الشمس أوعلى القمر

وإن سهرت لأسباب تؤرقني عرفت مقدار ما ألقى من السهر

وأنظر أيضا، النويري، (شهاب الدين بن أ د بن عبد الوهاب)، نهاية الأرب في فنون الأدب، مطابع كوستاتسوماس وشركائه، القاهرة ،ووزارة الثقافة والإرشاد القومي المؤسسة المصرية العامة للتأليف والترجمة والطباعة والنشر، السنة 1401هـ/1980م، ج 1، ص155، 165

[63] حاجي خليفة، المرجع السابق، ج 1، ص147 .

[64] هي من بين ما أنتج ابن باصة الأندلسي المؤقت الغرناطي المسلم ذي الأصول اليهودية. أنظر: لسان الدين الخطيب، المصدر السابق، ج1، ص 204 .

[65] توجد رسالة في معرفة وضع ساعات الحلزون لعبد الله بن عبد الر ان الطولوني ،وتتضمن هذه الرسالة جداول ظلال وأبعاد المُقَنْطَرَات. أنظر: المخطوطات العراقية في المتحف العراقي لصاحبيه أسامة ناصر النقشبندي وظمياء مُحَمَّد عباس، ص 118.

[66] للشيخ أبو علي: حسن بن علي المراكشي المتوفى: سنة له :جامع المبادي والغايات في علم الميقات وهو:أعظم ما صنف في هذا الفن، ورتبه على أربعة فنون، الأول: في الحسابيات، وهو يشتمل على :37 فصلا، الثاني: في وضع الآلات وهو يشتمل على: سبعة أقسام، الثالث: في العمل بالآلات وهو مشتمل على: 15 بابا، الرابع:مطارحات يحصل بها القوة وهو يشتمل على: أربعة أبواب في كل منها: مسائل على طريق الجبر والمقابلة. أنظر :كشف الظنون، ج 1، ص572 .

[67] ينسب الغربيون العمل لغاليليو ويسمونه بالبندول نسبة للكلمة اللاتينية باندوليوم ومعناه المتدلي أو المعلق. أنظر: سمير عرابي، علوم الفلك والرياضيات والجغرافيا عند علماء العرب المسلمين، دار الكتاب الحديث، 1419هـ/1999م ص 28 . كما يؤكد فؤاد صروف في كتابه(أثر العرب في نهضة الفكر العلمي)أن إبن يونس المصري، أبو الحسين علي بن أبي سعيد الصفدي الكلام المنجم سبق غاليليو بستة قرون . أنظر: مُحَمَّد فرشوخ، موسوعة عباقرة الاسلام في الفلك، ج 5، ص 218 . بينما يقول الأستاذ:(Maquis de Laplage) بأن العرب استخدموه لحساب الزمن . أنظر المرجع السابق، 68 . p ويؤيده Virdot louis بأنه عربي، المرجع السابق ص 140.

[68] أبو الحسن علي بن أبي سعيد عبد الر ن بن أ د بن يونس المصري، اشتهر بالفلك والرياضيات، (ت399هـ) وهو صاحب الزَيْج الحاكمي المعروف بزَيْج ابن يونس، وهو في 4 مجلدات، وقد أنجزه بأمر من عبد العزيز أبو الحاكم صاحب مصر، ابن خلكان، (أبو العباس شمس الدين أ د بن مُحَمَّد بن أبي بكر) (ت681هـ/1282م)، وفيات الأعيان وأنباء الزمان، تحقيق: مُحَمَّد عبد الر ان المرعشي، دار إحياء التراث العربي، بيروت،1417هـ/1997م، ج3، ص429.

[69] ابن خلكان، المصدر السابق ص 28، وانظر كذلك: قدري حافظ طوقان، علماء العرب وما أعطوه للحضارة، الفاخرية، الرياض، دار الكتاب العربي، بيروت، ص151.

[70] علي عبد الله الدفاع، لمحات من تاريخ الحضارة العربية والإسلامية، مكتبة الخانجي، مصر، ودار الرافعي، الرياض، 1981م، ص 126

[71] عباس محمود العقاد، أثر العرب في الحضارة الأوروبية، دار نهضة مصر للطباعة والنشر والتوزيع، 2002، ص 44. وأنظر أيضا: جودة هلال وآخرين، المرجع السابق، ص 105.

[72] بوعروة بكير، علماء الفلك بالأندلس من بداية الدولة الأموية حتى نهاية عصر ملوك الطوائف، جامعة الجزائر، قسم التاريخ، 2010/2009، ص 113.